Aus der Königl. Chirurgischen Klinik der Universität Breslau.
(Direktor: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. H. Küttner.)

Das Verhalten der Venenklappen bei der experimentellen Umkehr des Blutstroms.

Inaugural-Dissertation

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Schlesischen Friedrich Wilhelms-Universität zu Breslau

zur

Erlangung der Doktorwürde

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

in der

Medizin und Chirurgie

vorgelegt von

Paul Wiewiorowski,
Königlichem Stabsarzt und Bataillonsarzt II. Bataillons Infanterie-Regiments Bremen (1. Hanseatischen) Nr. 75.

Breslau 1912.
Druck der Breslauer Genossenschafts-Buchdruckerei, E. G. m. b. H.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Breslau.

Referent: Professor Dr. Küttner.

Meiner lieben Mutter

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545317_0006

Die Frage der Umkehrbarkeit des Blutstromes ist in den letzten Jahren vielfach experimentell in Angriff genommen worden, zumal ihr ja ein großes klinisches Interesse entgegengebracht werden muß. Handelt es sich doch klinisch um die höchst eingreifende Entscheidung, ob man durch die arteriovenöse Anastomose imstande ist, einem Patienten eine Extremität zu erhalten, die ohne diesen Eingriff der Nekrose oder Gangrän verfallen ist.

Freilich sind nun die klinischen Resultate durchaus nicht ermutigend, wie die bis in die letzte Zeit hinein reichenden Berichte lehren. Nachdem von Coenen und Wiewiorowski[1]) 35 derartige Fälle mit 30 totalen Mißerfolgen 1911 zusammengestellt waren, bringt Coenen[2]) eine kurze Übersicht der seitdem erfolgten derartigen Operationen, und auch diese letzte Zusammenstellung ermutigt keineswegs zur weiteren Verwendung dieses Verfahrens.

Neuerdings hat nun Bernheim[3]) der arteriovenösen Anastomose bei Gangrän der Extremitäten wiederum das Wort geredet. Auf eine klinische Würdigung seiner sechs operierten Fälle ist Coenen bereits eingegangen, auch ist in dieser Arbeit nicht beabsichtigt, auf die Erfolge oder Mißerfolge der arteriovenösen Anastomose beim Menschen einzugehen. Indessen hat Bernheim gegen den Schluß

---

[1]) Coenen und Wiewiorowski, Über das Problem der Umkehr des Blutstromes und die Wietingsche Operation. Beiträge z. klin. Chirurgie Bd. 75.

[2]) Coenen, Neue Beiträge zur Frage der Umkehrbarkeit des Blutstromes (Münch. med. Wochenschrift 1912, Nr. 29).

[3]) Bernheim, Annals of Surgery, Februar 1912.

seiner Arbeit die Rolle der Venenklappen bei der Umkehr des Blutstromes berührt, die mich schon längere Zeit beschäftigt, und dieser Frage will ich noch einmal näher treten. Bernheim weist zunächst darauf hin, daß nach den Tierversuchen von Carrel und seinen eigenen das Blut retrograd über die Venenklappen hinausschießen kann, und er nimmt an, daß dies, ebenso wie beim Hunde, auch für den Menschen zutrifft. Zunächst möchte ich bemerken, daß die Druckfestigkeit der gesunden Venenklappen beim Menschen eine ungleich höhere ist als beim Hunde, wie ich ja früher a. a. O. betont habe (vgl. l. c. und Berliner klin. Wochenschrift 1912, Nr. 16), und ich möchte das vorausnehmen, daß ich auch auf Grund neuerer, später noch zu beschreibender Versuche an dieser Ansicht festhalte. Bernheim fährt nun weiter fort:

„To say that Wiewiorowski was unable to inject the veins of a cadaver from above and that, therefore, a reversal of the circulation in a limbe is impossible, shows a lack of understanding of conditions as they are in the living."

Diese Bemerkung bezieht sich wohl auf das kurze Referat Coenens über seinen Vortrag „Über das Problem der Umkehr des Blutstromes" auf dem Chirurgen-Kongreß 1911 (Zentralbl. f. Chir. 1911 Nr. 29), wo ganz kurz hingewiesen ist, daß es mir an Leichen in keinem Falle gelang, die Venen von oben zu injicieren, da die Klappen sich stellten und keine Injektionsflüssigkeit in centrifugaler Richtung passieren ließen. Nun kann natürlich ein gedrängtes Referat, wie es für ein Zentralblatt geeignet sein soll, nichts Ausführliches bringen; die ausführliche Beschreibung unserer Versuche ist in der genannten Arbeit enthalten. Diese Arbeit ist von Bernheim ausdrücklich in seiner Arbeit zitiert, sie muß ihm also vorgelegen haben. Aus dieser unserer Arbeit zitiere ich nun folgende Sätze:

„Den Tierversuchen könnte man entgegenhalten, daß sie für den Menschen nicht beweisend seien, indem hier die anatomischen Verhältnisse anders gestaltet seien, und

überhaupt, wie die chirurgische Erfahrung des öfteren gelehrt hat, Tierexperimente nur mit großer Vorsicht auf menschliche Verhältnisse zu übertragen sind. Da dieser Einwand bis zu einem gewissen Grade berechtigt ist, so mußte hier für das Studium des vorliegenden Themas in Beziehung auf den Menschen das Leichenexperiment eintreten. Der Einwurf, daß bei Leichenversuchen das vitale Anpassungsvermögen des lebenden Organismus fehle, und daß daher bindende Schlußfolgerungen für den Lebenden daraus nicht gezogen werden könnten, wird durch Verbindung unserer Leichenversuche mit denen am lebenden Tier und durch die klinischen Erfahrungen am Menschen entkräftet."

Diesen Abschnitt unserer Arbeit scheint Bernheim übersehen zu haben!

Ich zitiere weiter folgende Stelle (p. 360):

„Trotz des Einwandes, den wir uns selbst machten, daß die an den totenstarren Leichenteilen über die Blutbewegung gewonnenen Studien nur mit Vorsicht aufzunehmen seien, konnten wir doch der Leichenexperimente nicht entraten, wenn wir die anatomischen Verhältnisse des Menschen berücksichtigen wollten."

Diesen Satz scheint Bernheim auch übersehen zu haben!

Aus dem letzten zitierten Satze geht deutlich hervor, wie die Leichenversuche aufzufassen sind und aus welchem Grunde sie vorgenommen wurden. Wenn Bernheim daher die vorhin erwähnte Äußerung tut, so muß man sich wohl fragen:

Sollte Bernheim unsere Arbeit gründlich gelesen haben?

Übrigens teilte auch Riedel auf dem Chirurgen-Kongreß 1911 mit, daß es Dürk nicht gelungen sei, die Venenklappen durch Spritzendruck zu überwinden.

Bernheim meint nun des weiteren, die Venenklappen würden allmählich doch überwunden und gebraucht dafür ein Bild: Ebenso wie der dauernde Anprall der Brandung

den härtesten Felsen bezwingt oder der furchtbare Druck eines thoracischen Aneurysmas einen Wirbelkörper langsam, aber sicher angreift, ebenso verhielte es sich mit dem gegen die Venenklappen andrängenden Blutstrom. Dieses Bild erscheint mir unzutreffend gewählt; denn wenn das Bezwingen der Venenklappen ganz langsam und allmählich erfolgt, so ist die vor der Operation schon mangelhafte Blutzufuhr nach derselben noch schlechter und der Zweck der Operation von vornherein hinfällig; außerdem würden sich aber hierbei Veränderungen innerhalb des Gefäßes ausbilden, auf die nachher noch eingegangen werden muß.

Immerhin aber regten mich die Bemerkungen Bernheims dazu an, nochmals über das Verhalten der Venenklappen bei retrograder Injektion der Venen bezw. bei der arteriovenösen Anastomose nachzudenken, unsere früheren Versuche nochmals nachzuprüfen und eventuell durch neue Versuche zu ergänzen; auch die Literatur über die Venenklappen-Funktion unter normalen und pathologischen Verhältnissen muß natürlich hierbei berücksichtigt werden.

Drei Richtungen sind es, nach denen hin die Untersuchung sich erstrecken muß:

1. Die Verteilung der Venenklappen in der Extremität;
2. die Druckfestigkeit der Venenklappen und ihr Verhalten bei retrograder Injektion;
3. das Verhalten der Venenklappen bei der Umkehr des Blutstromes, d. h. bei Anlegung der arteriovenösen Anastomose am lebenden Organismus.

Die Untersuchung über die Verteilung der Venenklappen in der unteren Extremität verdanken wir neben den Anatomen hauptsächlich denjenigen Autoren, die sich eingehend mit der Frage der Varicen beschäftigt haben.

Wenn von Venenklappen gesprochen wird, so sind damit natürlich die zweisegeligen Ventilklappen gemeint; die kleinen sog. „Winkelklappen“, wie sie an der Einmündung von kleineren Venenästen vorhanden sind, spielen hier natürlich keine nennenswerte Rolle.

Bardeleben[1]) stellte den Satz auf, daß distal von jedem einmündenden Seitenast Klappen vorhanden seien, daß also diese Venen gewissermaßen unter dem Schutze dieser Klappen in die Hauptvene einmündeten. Klotz[2]) wendet sich entschieden gegen diese Auffasung; nach seinen Untersuchungen besteht zwischen Klappen und einmündenden Seitenästen kein gesetzmäßiges Verhältnis, auch befinden sich die Klappen im Venenstamme in sehr verschiedener Entfernung von den seitlich einmündenden Ästen. Für das Verhältnis der V. saphena zur V. femoralis haben nun Schaack und Hesse[3]) Untersuchungen angestellt, die sich auf hundert Leichen ausdehnen und den Zweck haben, festzustellen, wieviel Klappenpaare sich in der V. femoralis unterhalb der Einmündung der V. saphena befinden und in welchen Abständen von derselben (Grund zu diesen Untersuchungen bilden anatomische Studien für die sapheno-femorale Anastomose nach Delbet bei Varicen).

Anatomisch ist wichtig, daß die Vena profunda femoris in fast der gleichen Höhe in die Vena femoralis einmündet wie die V. saphena, etwa 2 cm unterhalb derselben. Dies ist insofern beachtenswert, als die Klappen, welche in der V. femoralis distalwärts von der Einmündung der V. saphena vorhanden sind, auch distalwärts von der V. profunda femoris liegen, unterhalb welcher Vene bei der Wietingschen Operation die Anastomose angelegt wird. Die distalwärts gelegenen Klappen haben also den ersten Anprall des Blutstromes auszuhalten. Es ist deshalb von Wert festzustellen, wieviel Klappenpaare in allernächster Entfernng vorhanden sind, und hierüber geben uns die Untersuchungen von Schaack und Hesse Aufschluß. An 100 Leichen wurde die Vena femoralis im Zusammen-

[1]) Bardeleben, zit. nach Ledderhose (s. später).

[2]) Klotz, Untersuchungen über die Vena saphena magna beim Menschen, besonders rücksichtlich ihrer Klappenverhältnisse. Arch. f. Anat. und Physiol. 1887. Anatom. Abteilung.

[3]) Schaack und Hesse, Virchows Archiv Bd. 205.

hange mit V. saphena in einer Ausdehnung von 30—35 cm (vom Poupartschen Bande aus gerechnet) herauspräpariert, die Vene aufgeschnitten und Lage und Anzahl der Venenklappen genau vermerkt. Es würde hier zu weitläufig sein, die ganze tabellarische Übersicht dieser Autoren wörtlich zu bringen; hier sei nur das allgemeine Ergebnis erwähnt, während bezüglich Einzelheiten auf die genannte Übersicht in dem Originale verwiesen werden muß. Bemerkt wird noch, daß die Vena poplitea nicht mituntersucht wurde, da sie für den Zweck dieser Autoren überflüssig war.

Schaack und Hesse fanden unterhalb der Saphena-Einmündung stets Klappenpaare, und zwar war vorhanden in 9% der Fälle 1 Klappenpaar, in 73% 2, in 14% 3 und in 4% sogar 4 Klappenpaare. Die Entfernung der ersten Klappe von der Saphena-Einmündung war sehr verschieden und variierte zwischen ½ und 8½ cm. Dieses Ergebnis würde also die Anschauung von Klotz unterstützen, daß zwischen Einmündung einer seitlichen Vene und den Venenklappen ein gesetzliches Lageverhältnis nicht besteht; für die V. saphena wenigstens trifft dieses sicher zu. Diese Untersuchungen von Schaack und Hesse sind für unsere Betrachtungen deshalb von hohem Wert, weil, wie später noch erörtert wird, gerade die in der V. femoralis befindlichen Klappen eine außerordentlich hohe Druckfestigkeit besitzen. Es sind also schon in der V. femoralis größtenteils mehr als eine Klappe vorhanden, so daß schon hier der umgekehrte Blutstrom auf mehrere Hindernisse stößt. Die Entfernung dieser Hindernisse voneinander ist variabel.

Die beschriebenen Verhältnisse beziehen sich jedoch nur auf die V. femoralis. Wir müssen weiter sehen, wie die Klappenverhältnisse sich weiter peripherwärts gestalten. Hier verweise ich auf unsere früheren Untersuchungen (l. c.), die ich hier nur kurz rekapitulieren will. Der besseren Übersicht halber bringe ich die anatomischen Lageverhältnisse der Klappen in Form einer Tabelle; mit der Nummer des Versuchs ist der betreffende Versuch in unserer Arbeit gemeint.

Nr. des Versuches	Untersuchtes Venenstück	Klappen unterhalb der Saphenaeinmündung in cm	Anzahl der Klappen
Versuch 7 (p. 343)	Ven. femoralis bis unterhalb des Adduktorenschlitzes.	1/2 cm unterhalb Saphena, 4 cm, 4 cm, 4 cm, 3 cm.	5
Versuch 8 (p. 344)	Ven. fem. und poplitea bis dicht unterhalb des Kniegelenks.	3 cm unterhalb Saphena, 3 cm, 6 cm, 9 cm.	4
Versuch 9 (p. 344)	Ven. fem. und poplitea u. Ven. tib. post. bis Mitte des Unterschenkels.	7 cm unterhalb Saphena, 3,5 cm, 1,5 cm, 13 cm, 13,5 cm, 4 cm, 6,5 cm, 1,5 cm, 3,5 cm.	9
Versuch 10 (p. 344)	Ven. fem. und poplit. dicht unterhalb des Kniegelenkspaltes.	2 cm unterhalb Saphena, 4,5 cm, 5 cm, 5 cm, 4 cm.	5
Versuch 11 (p. 345)	wie vor.	3,5 cm unterhalb Saphena, 3 cm, 4,5 cm, 11 cm.	4
Versuch 12 (p. 345)	Ven. fem. und poplit. u. tib. post bis Mitte des Unterschenkels.	1 cm unterhalb Saphena, 5 cm, 14 cm, 13 cm.	4[1])
Versuch 13 (p. 345)	wie vor.	1 cm unterhalb Saphena, 9 cm, 11 cm, 9,5 cm, 4 cm.	5
Versuch 17 (p. 347)	Ven. fem. u. poplit. dicht unterhalb des Kniegelenks.	6,5 cm unterhalb Saphena, 4 cm, 9 cm, 1,5 cm.	4
Versuch 18 (p. 347)	Ven. fem. u. poplit. bis zum Kniegelenksspalt.	5 cm unterhalb Saphena, 6 cm, 3 cm, 8 cm, 2,5 cm.	5

[1]) Hier befand sich 6 cm unterhalb der 3. Klappe noch eine geschrumpfte Klappe, die auf das hohe Alter (79 J.) zurückzuführen ist.

Eine weitere Beobachtung ergibt noch unser Versuch 16. Das untersuchte Venenstück war hier nur die V. poplitea und V. tib. post. in der Mitte des Unterschenkels, da es sich um ein im unteren Oberschenkeldrittel amputiertes Bein handelte. Hier befand sich die erste Klappe 16 cm unterhalb des Adductorenschlitzes, weitere Klappen folgten in 8 und 7 cm Abstand.

An der oberen Extremität hatte ich damals nur zwei Versuche machen können, da es an Leichenmaterial mangelte. Im 1. Falle lag (Versuch 14) die erste Venenklappe etwa 9 cm vom Beginn der V. axillaris, weitere Klappen folgten in 7, 5, 3 und 4 cm; im 2. Falle (Versuch 15) waren unterhalb der Einmündung der V. cephalica 6 Klappen vorhanden, von denen die erste etwa 2 cm unterhalb der Cephalica-Mündung lag, während weitere Klappen in 4, 4, 6, 4 und 2,5 cm Abstand folgten.

Die Betrachtung dieser Untersuchungen ergibt zunächst für die untere Extremität, daß auch über die V. femoralis hinaus genügend Klappen vorhanden sind, die dem rückläufigen Blutstrom ein Hindernis entgegensetzen können. Die Zahl der Klappen ist verschieden, unterhalb der Saphena-Einmündung 4—5, jedoch wurden auch 9 Klappen gesehen. Daß die Klappen im Alter abnehmen und schrumpfen, ist vorher erwähnt.

Wie tief unten noch Venenklappen vorhanden sind, fand ich an einem frisch amputierten Bein eines 35 jährigen Mannes. Ich legte hier eine V. tib. post. am inneren Knöchel frei, um hier retrograd zu injizieren. Ich stieß jedoch sofort auf Widerstand, und nun zeigte sich eine gut funktionierende Klappe, der in 1 cm Entfernung eine weitere folgte.

Auch an der oberen Extremität sind eine Anzahl Klappen im Haupt-Venenstamm vorhanden, die geeignet sind, dem rückläufigen Blutstrom hindernd entgegenzutreten.

Es ist nun erforderlich, noch auf die Stellung der Venenklappen in den von der V. femoralis abhängigen Venen einzugehen. Wie wir schon früher eingehend aus-

einandersetzten (l. c.), kommt bei der arteriovenösen Anastomose ein sogenannter kleiner privater Kreislauf zustande, indem das Blut nicht den an Widerständen reichen Weg durch die Capillaren (Bier), sondern auf dem Wege der Anastomosen in die V. saphena gelangt. Das setzt natürlich voraus, daß diese Venae communicantes zwischen V. femoralis und V. saphena für das rückläufige Blut passabel sind, daß also die Klappen hier eine Anordnung besitzen, die das Blut nicht aufhält. Wiederum aus Anlaß des Studiums der Varicen hat Moro[1]) auf die anatomischen Untersuchungen von Giacomimi hingewiesen. Nach diesen gibt es in den Venae communicantes nur Klappen, welche „dem Zwecke dienen, jeden Rückfluß aus den tiefen Venen in die oberflächlichen zu verhindern". Ferner beobachtete Giacomimi, daß es immer gelang, von den oberflächlichen Venen ausgehend in die tiefen die injizierte Substanz hineinzutreiben, daß aber umgekehrt die Injektion der tiefen Venen niemals den Durchtritt der injizierten Masse zur Folge hatte. Diese Tatsache ist wichtig, weil dann das Blut bei der Umkehr des Blutstromes gezwungen würde, seinen Weg durch die Capillaren zu nehmen, vorausgesetzt, daß die Klappen der Venae communicantes druckfest sind. Die Untersuchungen von Giacomimi decken sich jedoch nicht mit den neueren Untersuchungen von Klotz[2]). Dieser schrieb über diese Verbindungsvenen der V. saphena und V. femoralis, daß solche sich häufig in der Knöchelgegend finden, ferner auch häufig am Unterschenkel Äste, und zwar meist im mittleren und oberen Drittel, die sich in die Tiefe einsenken und Verbindungen herstellen mit den Venae tibiales. Auch am Oberschenkel finden sich Verbindungsvenen mit den tiefen Venen. Nach Klotz haben nun diese Venenanastomosen, die das Gefäßgebiet der V. saphena magna und das der V. femoralis und tibialis verbinden, in

[1]) Moro, Beiträge z. klin. Chirurgie Bd. 71.
[2]) Klotz, l. c.

der Mehrzahl keine Klappen; einige jedoch haben Klappen, die den Blutstrom nach der Tiefe leiten, andere haben wiederum Klappen für eine Strömung aus der Tiefe nach den oberflächlichen Venen. Dieses Resultat der Klotzschen Untersuchungen stellt also sowohl die Lage der Klappen als auch ihre Richtung ganz anders da, als es bei die Giacomimi der Fall ist. Die Klotzschen Resultate geben die beste Gewähr für das Zustandekommen des „kleinen privaten Kreislaufs", den ich vorher erwähnte. Warum es Giacomimi nicht gelang, die oberflächlichen Venen von den tiefen aus zu injiziern, läßt sich nicht sagen, da ich aus der Moroschen Arbeit, die ja einem ganz anderen Zwecke dient, nichts genaueres über die Versuche von Giacomimi entnehmen konnte. Glücklicher mit einem Injektionsversuch war Quenu[1]), dem es mühelos gelang, von der V. tibialis post. aus die V. saphena eines amputierten Beines mit einer Masse aus Alkohol und Wachs zu injizieren. Bei der Präparation fand sich dann ein mit Injektionsmasse gefüllter direkter Verbindungsast zwischen V. saphena und V. tib. post. direkt hinter dem Malleolus internus.

Bemerkt muß noch werden, daß auch Moro die oberflächlichen Venen von einer Tibialvene aus nicht injizieren konnte, nachdem er zuvor das obere Ende der V. femoralis unterbunden hatte.

Ich komme jetzt zum 2. Abschnitt meiner Betrachtungen, zu dem Verhalten der Venenklappen bei retrograder Injektion und ihrer Druckfestigkeit. Bezüglich des physiologischen Verhaltens, über das ja in neuerer Zeit die Ansichten geteilt sind, verweise ich auf die Lehrbücher von Landois, Luciani[2]) u. a., besonders aber auf die vorzügliche Arbeit von Ledderhose[3]), in der die Frage

[1]) E. Quénu, Note sur un cas d'Anastomose artério-veineuse pour gangréne par Endartérite. Revue de Chirurgie 1911.

[2]) Landois, Luciani, Lehrbücher der Physiologie.

[3]) Ledderhose, Studien über den Blutlauf in den Hautvenen unter physiolog. und patholog. Bedingungen. Grenzgebiete Bd. 15.

des physiologischen Verhaltens der Venenklappen von mannigfachen Seiten beleuchtet ist.

Wichtig ist zunächst, daß nach den Untersuchungen von Löwenstein[1]) sich jede gesunde Venenklappe bei dem geringsten proximalen Überdruck stellt, also keine Flüssigkeit mehr hindurchläßt. Es entsteht nun die Frage, ob die Klappe auch jeden beliebigen proximalen Überdruck aushält. Bei Zunahme des Druckes gibt es zwei Möglichkeiten: entweder die Venenwand erweitert sich ad maximum und es entsteht eine Insufficienz der Klappe, oder aber, wenn die Wand nicht nachgibt, erfolgt eine Ruptur.

Ledderhose stellt sich auf den ersteren Standpunkt, indem er sagt, daß, wenn zwischen der Stelle der proximalen Absperrung und der nächsten distalen Klappe ein Seitenast fehlt, es schließlich einen Zeitpunkt geben wird, in dem der proximale Überdruck eine Durchlässigkeit der Klappe infolge Dilatation des Gefäßes hervorrufen wird. Auf diese Anschauung Ledderhoses muß ich nachher noch ausführlich zurückkommen gelegentlich der Besprechung meiner diesmaligen Versuche. Zunächst muß aber auf die Druckfestigkeit der Venenklappen an sich eingegangen werden. Diese läßt sich auf zwei Arten untersuchen, durch mechanische Prüfung und durch den Tierversuch. Hierbei zeigte sich die interessante Tatsache, daß die Venenklappen von Kadavern imstande waren, einen außerordentlich hohen Druck auszuhalten, ohne zu reißen, und daß dabei die Dilatation der Gefäßwände auf die Druckfestigkeit ohne Einfluß blieb. So berichten Gallois und Pinatelle[2]) daß die Klappen eines herausgeschnittenen Venenstückes nicht nachgaben, obgleich die Vene durch den angewendeten retrograden Spritzendruck fast um das drei-

[1]) Löwenstein, Über die Venenklappen und Varicenbildung. Grenzgebiete Bd. 18.

[2]) Gallois et Pinatelle, Un cas d'Anastomose artério-veineuse longitudinale pour Artérite oblitérante. Revue de Chirurgie 1903.

fache ihres Volumens ausgedehnt wurde. Diese beiden Autoren nehmen auch an, daß eine gesunde Venenklappe unter dem Einflusse des retrograd umgeschalteten Blutstromes nicht reißt, daß vielmehr eine Klappenruptur mit einer pathologischen Veränderung der Klappe zusammenhängen müsse.

Löwenstein (l. c.) fand bei der Untersuchung der Klappen von zwei großen und zwei kleinen Saphenen, daß durch eine 500 mm hohe Quecksilbersäule noch keine Insufficienz hervorgerufen wurde und daß in einem Versuch der Druck einer 600 mm Quecksilbersäule die Venenwand im Gebiete des Sinus zerriß, wobei jedoch die Klappe selbst intakt blieb. Nach Delbet[1]) widerstanden die Venenklappen dem Druck einer 2,50 m hohen Wassersäule.

H. Braun[2]) äußerte sich folgendermaßen: „In der V. saphena z. B. sind meistens die Klappen so schlußfähig, daß sie auch durch einen Druck von 200 mm Hg. und manchmal sogar durch einen noch höheren nicht überwunden werden können. Mehrfach habe ich in Stücke der V. saphena Injektionen gemacht, aber es gelang mir nicht, durch den erwähnten Druck auch nur das erste Klappenpaar zu überwinden, man konnte das Gefäß dicht unter denselben quer abschneiden, das auf die Canüle aufgebundene Venenstück stellte sich dann in die Höhe, aber von einem Abfließen der Flüssigkeit war auch nicht eine Spur zu bemerken."

Zur Prüfung der Druckfestigkeit der Klappen in den Anastomosen zwischen der V. femoralis und den Beckenvenen stellte Braun Untersuchungen an 50 Beinen von Kadavern an. Er stellte fest, daß an 8 Beinen ein Druck von nur 10, höchstens 20 mm Quecksilber notwendig war, um diese Anastomosenklappen zu überwinden. Bei weiteren 8 Beinen war hierzu ein Druck von 50—70 mm Hg., nochmals bei 8 Beinen von 70—120 mm Hg. notwendig. Bei

[1]) Delbet, Bull. de la soc. de chir. 1907. séance du 24. IV. 07.

[2]) H. Braun, Die Unterbindung der Schenkelvene am Poupartschen Bande. Arch. f. klin. Chirurgie Bd. 28.

abermals 8 Beinen brauchte man zur Überwindung der Anastomosenklappen 120—150 mm Hg., und bei 2 Beinen 150—180 mm Hg. Bei 6 Beinen war es überhaupt nicht möglich, die Klappen zu überwinden, auch nicht bei einem Drucke bis zu 300 mm Hg., der bis zu einer Stunde auf derselben Höhe erhalten wurde. Versuche an 10 Beinen konnten aus verschiedenen Gründen nicht verwendet werden.

Diese Versuche lassen zunächst schon die hohe Druckfestigkeit der Klappen in den größeren Venen erkennen (V. saphena). Sie zeigen des weiteren, daß die Druckfestigkeit der Klappen in den Anastomosenvenen, wenigstens in denen zwischen V. femoralis und den Beckenvenen, variabel ist, jedenfalls aber auch eine bedeutende Höhe erreichen kann.

Sehr genaue Untersuchungen stellte Moro[1]) über die Druckfestigkeit der Klappen in der V. saphena magna und ihrer Verbindungen mit der V. femoralis an. Moro untersuchte gelegentlich seiner Arbeit über die Pathogenese und die Behandlung der Krampfadern das Verhalten der Klappen der oberflächlichen wie auch der Verbindungsvenen bei einem gesteigerten Druck innerhalb der Gefäße (am Kadaver). Er beobachtete dabei, daß die in der V. saphena kurz vor Einmündung in der V. femoralis vorhandene Klappe bei einem Druck von 60—90 cm Quecksilber infolge Dilatation der Vene nachgab, also insufficient wurde. Wenn man die Dilatation des untersuchten Venenabschnitts durch geeigneten Fingerdruck verhinderte, so erfolgte bei einem Druck von 160—180 cm Quecksilber (mehr als zwei Atmosphären!) eine Ruptur der Klappe. An anderen Stellen der V. Saphena und an den Venae communicantes konnte eine Insuffizienz infolge Gefäßdilatation durch einen Druck von 80—110 cm Hg., eine Ruptur der Klappe bei Verhinderung der Gefäßerweiterung mit einem durchschnittlich 170 cm Hg. hohen Druck bewirkt werden.

[1]) Moro, l. c.

Bei lebenden Hunden von „bedeutender Größe" konnten die Klappen der V. saphena an der Einmündung der V. femoralis durch 90 cm Hg. Druck, bei 120 cm. Hg. Druck an dem übrigen Saphenenstamm zur Insufficienz gebracht werden. Ein Druck von zwei Atmosphären war zur Ruptur auch hier notwendig.

Die vorgenannten Untersuchungen beschäftigen sich größtenteils mit der V. saphena und mit den Klappen in den Anastomosen. Um nun die Klappen der V. femoralis auf ihre Druckfestigkeit zu prüfen, stellte ich Versuche am Kadaver auf Anregung Coenens an, die ausführlich in unserer erwähnten Arbeit beschrieben sind.[1]) Ich will hier auf die Einzelheiten nicht weiter eingehen und verweise auf die Protokolle der Arbeit; nur die Resultate seien kurz beschrieben. Zunächst habe ich eine Ruptur der Klappen der V. femoralis am menschlichen Kadaver auch bei dem stärksten retrograden Spritzendruck nicht erzeugen können; an der V. femoralis einer mittelgroßen Hundeleiche sprengte ich jedoch die Klappen bei mäßigem Druck. Eine eigenartige Beobachtung konnte ich insofern machen, als die aus dem Kadaver herausgeschnittenen Venen Klappeninsufficienz nach kräftiger retrograder Injektion zeigten, während die in situ injicierten Venen diese Erscheinung nicht zeigten. Die Ursache hierfür ist wohl in dem Verlust an natürlicher Spannung zu suchen, wie sie die Venen in situ ja haben; Versuch 18 in unserer Arbeit gibt hierüber Aufschluß. Eine Insufficienz der Klappen durch Nachgeben der Venenwand, wie sie Moro an der V. saphena beobachtet hat, konnte ich bei der Druckprüfung in situ nicht feststellen, obgleich die Vene bei dem Versuch stets ad maximum aufgebaucht war; nur in einem Falle war vielleicht eine geringe Insufficienz der ersten Venenklappe eingetreten. Die Versuche 12—15 in unserer Arbeit, wo ja zum Teil eine Klappeninsufficienz eingetreten war, sind auf das hohe Alter (79 Jahre) zurückzuführen (vergl.

[1]) Coenen und Wiewiorowski, l. c.

Klotz). Insgesamt ergaben diese Versuche eine außerordentlich hohe Druckfestigkeit der Klappen der V. femoralis.

Aus den zu Eingang dieser Arbeit genannten Gründen können Leichenversuche nicht ohne weiteres auf den lebenden Körper übertragen werden. Daher müssen auch bezüglich der Druckfestigkeit der Venenklappen die Tierversuche zur Ergänzung herangezogen werden. Die Beobachtungen der einzelnen Autoren lauten darüber verschieden. Carrel und Guthrie[1]) führten 1904 an einem Hunde im Scarpaschen Dreieck die End- zu End-Anastomose der A. und V. femoralis aus, wobei centrales Venen- und peripheres Arterienende unterbunden wurde. Nach etwa 3 Stunden schienen alle Klappen des Hauptvenenstammes überwunden. Ähnlich, wenngleich nicht so eindeutig, lauten die Berichte von Cottard und Villandre, Tuffier, Frouin, Hadda[1]) und anderen, die nach Anlegung von arteriovenösen Anastomosen in einigen Fällen arterielles Blut in peripheren Venenabschnitten und venöses Blut in den Arterien beobachten zu können glaubten, woraus naturgemäß geschlossen werden mußte, daß der Blutstrom die Venenklappen bezwungen habe und durch die Capillaren gedrungen sei. Auch Danis[2]) spricht sich neuerdings im gleichen Sinne aus. Der beschriebene Carrelsche Versuch ist von Coenen[1]) mehrfach nachgemacht worden, jedoch kam Coenen zu einem anderen Resultat. Nach Anlegung der arteriovenösen Anastomose zwischen dem zentralen Ende der A. femoralis und dem peripheren Ende der V. femoralis und Unterbindung der nunmehr freien Stümpfe dieser Gefäße wurde die Klemme, welches das zentrale Arterienende

[1]) Carrel und Guthrie, Cottard und Villandre, Tuffier, Frouin, Hadda, vergl. Literaturverzeichnis von Coenen und Wiewiorowski, l. c.

[2]) Danis, Anastomoses et ligatures vasculaires. Ref. Zentralblatt f. Chir., 41. Jahrgang 1912.

verschloß, abgenommen, und nun schoß das arterielle Blut bis zur Mündung der Adductorenvene vor, wo eine Aufbauchung das Vorhandsein einer Klappe verriet. Die V. saphena zeigte beim Anschneiden dunkles Blut. Wurde von der V. saphena aus eine Sonde zentralwärts eingeführt, so schoß arterielles Blut in die Vene, sobald die Sonde die Gegend der Klappe passierte; sobald die Sonde zurückgezogen wurde, war die Blutung wieder rein venös. Nach Durchstoßen der Klappe schoß arterielles Blut in die Adductoren- und in die Femoralvene bis zu den Stellen, wo durch Aufbauchungen andere Klappen festgestellt werden konnten. In einzelnen Versuchen Coenens konnte beobachtet werden, daß einzelne der obersten Klappen dem gewaltigen arteriellen Blutandrang nachgaben; dann aber halten die nächsten peripher gelegenen Klappen den Blutstrom auf. Es bleiben hierfür auch beim Menschen immer noch genug Klappen übrig, wie wir ja aus der Klappenverteilung in den Ausführungen des ersten Abschnittes der vorliegenden Arbeit sahen.

Bei einer wegen angiosklerotischer Beingangrän an einem 51 jährigen Manne von Coenen angelegten arteriovenösen Anastomose (Naht nach Carrel) konnte beobachtet werden, daß der Blutstrom an der nächsten Klappe anhielt und diese auch während der Dauer der Operation nicht überwand.

Besondere Beachtung verdienen die sehr exakten Untersuchungen Rothmanns[1]) an den hinteren Extremitäten des Frosches. Dieser Autor stellte Durchströmungsversuche in der Weise an, daß er in die Aorta abdominalis dicht oberhalb ihrer Teilungsstelle in die A. iliacae communes eine Canüle, an der entsprechenden Stelle der V. abdominalis eine weitere Canüle einfügte und nun von einer graduierten Pipette aus zuerst rechtläufig, dann verkehrtläufig durchströmen ließ. Die Schwimmhaut eines Beines

[1]) Rothmann, Experimentelle Untersuchungen über die Umkehrbarkeit des Blutstromes. Breslau, Diss. 1912.

wurde dabei auf einem besonders hergerichteten Tischchen aufgespannt, so daß die mikroskopische Beobachtung der Strömung in den Schwimmhautgefäßen gut ermöglicht wurde. Als Durchströmungsflüssigkeit wurde eine 2% leicht alkalisch gemachte Gummilösung, der etwas defibriniertes Froschblut beigemischt war, verwendet. Das Ergebnis war folgendes: „Die rechtläufige Strömung gelang immer. Dagegen gelang die Umkehr der Stromrichtung niemals; nicht einmal ein $^1/_{20}$ ccm floß in die Vene hinein. Dabei war der Druck bei diesen Versuchen bis auf 140 cm H_2O erhöht, das heißt: er entsprach ungefähr dem dreifachen des arteriellen Blutdruckes des Frosches. Auch mikroskopisch war nach Verbindung der Venencanüle mit der Pipette niemals eine Bewegung der Flüssigkeit in den Gefäßen der Schwimmhaut zu sehen. Daraus mußte geschlossen werden, daß die Venenklappen des Frosches imstande sind, verhältnismäßig sehr hohen Drucken Widerstand zu leisten." In der Zusammenfassung seiner Versuchsergebnisse sagt Rothmann: „Gefäßgebiete, deren Venen mit sufficienten Klappen versehen sind, setzen der rückläufigen Blutbewegung einen absoluten Widerstand entgegen."

Alle diese Versuche und Beobachtungen lassen zwar bestimmte Schlüsse zu, daß die Venenklappen den Blutstrom oder rückläufig in die Venen injicierte Flüssigkeiten aufhalten. Durch die mikroskopischen Beobachtungen Rothmanns konnte ja für die hintere Extremität des Frosches auch sicher festgestellt werden, daß die Flüssigkeit in den Schwimmhautcapillaren nicht weiter floß. Indessen läßt sich nicht genau feststellen, wo die in die Femoralvenen der Versuchstiere injicierte Flüssigkeit oder das rückläufige einströmende Blut im Tierversuch bleibt; denn aus der Farbe des aus peripheren Gefäßästen ausfließenden Blutes bestimmte Rückschlüsse zu ziehen, ist mindestens unsicher, wie Coenen bereits betont hat. Auch die genaue Präparation der Gefäße konnte hierüber keinen ganz sicheren Aufschluß geben. Welche Bedenken aber dem Kliniker bezüglich des rückläufig in die Venen einströmen-

den Blutstromes aufstoßen, spricht Wieting[1]) aus, dessen Anschauung ja in der vorliegenden Frage im Mittelpunkt des Interesses steht: „Wie der Kreislauf sich bei dieser eigenartigen Umkehr gestalten wird und wie er sich gegebenenfalls gestaltet hat, läßt sich überhaupt kaum sagen."

Um nun vielleicht feststellen zu können, in welcher Weise sich die durch die Venen injicierte Flüssigkeit in der Extremität verteilt, bezw. wie die Flüssigkeit nach dem Körper zurückkehrt, dachte ich daran, hierzu das Röntgenverfahren zu verwenden. Neu ist dieser Gedanke nicht. Katzenstein[2]) beschrieb bereits ähnliche Versuche, um nach Injektion mit dünner Gipsmasse oder mit Leim und Wismuth die Collateralbahnen im Röntgenbilde darzustellen.

Katzensteins Methode war für den vorliegenden Zweck nicht verwendbar, da die Injektionsmasse zu dick war, wie denn auch dieser Autor selbst sagt, daß seine Methode nicht zum Ziele führte. Mir schien für diesen Zweck das Jodipin geeignet, zumal an der Küttnerschen Klinik erst vor kurzem auf das Jodipin im Röntgenbilde von Fritsch[3]) hingewiesen war. Fritsch brachte gute Abbildungen der Röntgenbilder von mit Jodipin injicierten Organen (Niere) und Gefäßen (Hundebein, von der A. femoralis aus injiciert). Die angegebene Flüssigkeit erschien für die retrograde Veneninjektion gleichfalls sehr geeignet. Es wurde zur Injektion eine 25 % Jodipinlösung benutzt, die durch Zusatz von Äther auf die Hälfte verdünnt wurde. Die Injektion erfolgte mit einer starken Glasspritze mit Hartgummi-Beschlägen durch eine dünne Glascanüle hindurch, die etwa dem Gefäßquerschnitt entsprach. Die

[1]) Wieting, Die angiosklerotische Gangrän und ihre operative Behandlung durch arterio-venöse Intubation. Deutsche med. Wochenschrift 1908, Nr. 28.

[2]) Katzenstein, Über Entstehung und Wesen des arteriellen Collateralkreislaufes. Deutsche Zeitschrift f. Chir. Bd. 77.

[3]) Fritsch, Jodipin im Röntgenbilde. Beiträge z. klin. Chir. Bd. 75.

weitere sehr einfache Technik ist später noch in den Protokollen beschrieben.

Durch dieses Verfahren sollte folgendes bezweckt werden: Nach erfolgter rückläufiger Injektion wurde sofort von dem Objekt eine Röntgenaufnahme gemacht. In dem Bilde, so nahm ich an, wird sich feststellen lassen, wie weit das Jodipin unter dem kräftigen Spritzendruck im Hauptvenenstamm vorgedrungen ist, eventuell ob Klappen dabei insufficient geworden sind, ferner, falls die Venenklappen standgehalten haben, auf welchem Wege die Flüssigkeit weitergeflossen ist. Bemerkt wird noch, daß der auf dem Spritzenstempel ausgeübte Druck sehr groß war, da von vornherein beabsichtigt wurde, die Klappen, die, wie zu Eingang erwähnt, beim Hunde weniger druckfest sind wie beim Menschen, zur Insufficienz zu bringen, um dann zu sehen, wo die injicierte Flüssigkeit nach Überwindung der Klappen nunmehr bliebe. Eine Messung des Druckes erübrigte sich deshalb. Endlich sei auch erwähnt, daß die Versuche sowohl an (nicht über 24 Stunden alten) Tierkadavern sowie am lebenden Tier oder soeben verendeten, noch vollkommen lebenswarmen Tier vorgenommen wurden, um zu sehen, ob hierbei ein wesentlicher Unterschied im Ergebnis beobachtet würde. Hiermit wurde also dem Einwande Bernheims Rechnung getragen.

Ich lasse nun die kleine Versuchsreihe im einzelnen folgen.

Versuch 1 und 2: Leiche eines mittelgroßen, braunen Schäferhundes, etwa 14 Stunden post mortem. Die rechte V. femoralis wird etwas 4 cm unterhalb des Poupartschen Bandes freigelegt. Es wird ein kleines seitliches Loch in den freigelegten Venenabschnitt eingeschnitten und nun die Glasansatzspitze in die Vene nach dem peripheren Ende zu hineingeschoben und mit mäßiger Kraft auf den Spritzenstempel gedrückt. Die Flüssigkeit läuft langsam in die Vene ein; das sichtbare Venenstück ist ad maximum dilatiert. Nachdem etwa 20 ccm Flüssigkeit eingelaufen sind, wird plötzlich bemerkt, daß aus dem

proximalen Venenteil Jodipinflüssigkeit zurückläuft. Nun wird zunächst der proximale Venenteil abgebunden und der Druck verstärkt. Sodann wird um den distalen Venenteil dicht unterhalb der Glasansatzspitze ein Seidenfaden geschlungen und, während kräftiger Druck auf den Spritzenstempel ausgeübt wird, der Seidenfaden zugezogen.

In ähnlicher Weise wird auf der linken Seite vorgegangen. Nachdem das seitliche Loch (diesesmal etwa 8 cm unterhalb des Poupartschen Bandes) in die Vene eingeschnitten, die Glasansatzspitze eingeführt ist, wird wiederum auf den Spritzenkolben mäßig kräftig gedrückt. Die Jodipinlösung fließt langsam ein, der periphere Venenteil ist wiederum ad maximum gedehnt. Plötzlich fließt wieder Jodipinlösung aus dem zentralen Venenabschnitt heraus; es wird deutlich beobachtet, wie die Flüsigkeit in einer starken Seitenvene, die oberhalb der Injektionsstelle in die Oberschenkelvene mündet, zentralwärts strömt. Nun wird wiederum zuerst proximal, dann unter Beibehaltung des Spritzendrucks peripher abgebunden.

Der Hund wird nun in das Röntgenzimmer getragen und eine Aufnahme gemacht (Belichtung 45 Sek.).

Darauf Sektion der Venen: Rechts befindet sich etwa 4,5 cm distalwärts von dem in die Venen eingeschnittenen seitlichen Loch eine Venenklappe. Dieselbe scheint überwunden zu sein, denn peripher von ihr befindet sich Jodipinlösung. Die nächste Klappe findet sich in 4,5 cm Entfernung; distal von dieser Klappe ist keine Jodipinlösung vorhanden.

Links befindet sich 2 cm distal von dem in die Vene eingeschnittenen Loch eine Venenklappe, die auch überwunden ist; doch kann hier beim Einführen der Ansatzspitze eine Verletzung der Klappe stattgefunden haben, da die Spitze bis in die Gegend der Klappe vordrang. 4,5 cm von dieser Klappe entfernt liegt die nächste Klappe; peripher von ihr ist keine Jodipinlösung zu finden. Mit der vorher beschriebenen seitlichen Vene, in der die

Flüssigkeit zentralwärts strömte, wird eine kleine Communication der Oberschenkelvene gefunden.

Röntgenbild: Dasselbe zeigt, daß die injicierten Gefäße nur bis zum Knie reichen. Unterhalb des Knies ist beiderseits kaum etwas von injicierten Gefäßen zu sehen. Am Hauptvenenstamm sieht man folgendes:

Rechts: Die Stelle, wo die Spitze angesetzt wurde, markiert sich durch einen hellen Fleck in der Vene. Etwa 8 cm distalwärts davon hört der bis dahin continuierliche Schatten der Vene plötzlich auf, und das Ende ist hier kolbenartig erweitert. Hier saß zweifellos eine Klappe, die dem hohen Druck standgehalten hat. Distalwärts und seitlich sieht man noch einen dickeren unvollständig injicierten Venenast, der bis auf eine Länge von 3 cm zu verfolgen ist. Im übrigen sieht man zahlreiche Venenverästelungen, auch ist die V. femoralis oberhalb der Injektionsstelle und die V. iliaca auf dem Bilde zu erkennen. Hier muß also Flüssigkeit hineingelangt sein, die nur durch die Venenanastomosen, also gewissermaßen in einen „privaten Kreislauf" hineingelangt sein kann. Auch das Scrotum zeigt Injektion.

Links: Die Injektionsstelle ist am Femurrande als erbsengroße Stelle sichtbar. 2½ cm distal davon sieht man in der sonst continuierlich injicierten Vene wiederum eine helle Stelle. Hier sitzt die vorhin erwähnte Klappe, die wahrscheinlich durch den Injektionsstrom bezwungen ist (Gefäßdilatation). Dicht oberhalb dieser Klappe geht ein stärkerer Seitenast ab, der sich bis zum Knie verfolgen läßt. Der Venenstamm hört 3 cm distal von der erzwungenen Klappe plötzlich unter kolbartiger Ausweitung wiederum auf, ebenso wie es rechts der Fall war. Dickere, zum Venenstamm gehörige Äste sind nicht sichtbar. Auch hier hat also an der kolbenartigen Ausweitung eine Klappe gesessen, die dem Druck widerstanden und das Zurücklaufen der Flüssigkeit durch die zahlreichen Anastomosen in den oberen Abschnitt der V. femoralis und iliaca veranlaßt hat. Diese Venen sind auch auf der

linken Seite, ebenso wie rechts, ganz deutlich im Röntgenbilde zu erkennen. Beachtenswert ist auch auf der linken Seite das ausgedehnte Venennetz.

Versuch 3 und 4: Leiche eines vor etwa 2 Stunden an einer Thoraxoperation (Tierversuch) verstorbenen mittelgroßen schwarzen Schäferhundes. Die Leiche ist noch warm.

Zunächst Freilegen der rechten V. femoralis 6 cm unterhalb des Poupartschen Bandes. Seitliches Anschneiden der Vene, Einführen der Ansatzspitze, Injektion wie bei Versuch 1 und 2. In gleicher Weise wird auf der linken Seite verfahren, nur liegt hier die Injektionsstelle etwas höher als rechts. Auf beiden Seiten wird auch hier bemerkt, daß nach kurzer Zeit Flüssigkeit in dem zentralen Venenabschnitt der V. femoralis erschien. Hierauf erfolgte jedesmal Unterbindung der oberen Venenabschnitte, sodann Ligatur des unteren Venenabschnittes unter Beibehaltung des Druckes in der Spritze.

Röntgenaufnahme (45 Sek. Belichtung).

Sektion der Venen: Rechts ist die erste Klappe von der Ansatzspitze durchstoßen; die nächste Klappe folgt in 6 cm Entfernung. Links: 4 cm von dem in die Vene eingeschnittenen Loch befindet sich eine Klappe, die nächste Klappe folgt in 4 cm Entfernung.

Röntgenbild: Dasselbe läßt hier den Hauptvenenstamm nicht so deutlich erkennen wie bei Versuch 1 und 2.

Rechts läßt sich der Hauptvenenstamm bis 5 cm oberhalb des Kniegelenksspaltes verfolgen, wo er dann plötzlich aufhört. Man sieht jedoch, daß sich ein starker Ast am Kniegelenk vorbei bis etwa 3 cm unterhalb desselben fortsetzt, hier aber dann auch aufhört. Die Injektionsstelle ist an der Vene nicht deutlich sichtbar. Auch hier ist das Anastomosennetz sehr verbreitet. Die V. iliaca und auch der untere Teil der V. cava sind deutlich auf dem Röntgenbilde zu erkennen, auch wiederum ein Beweis, daß die Flüssigkeit durch die Anastomosen

in den zentralen Teil des Hauptvenenstammes zurückgelangt sein muß. Der ganze Befund ist so zu deuten, daß 5 cm oberhalb des Kniegelenks, wo die injicierte Vene plötzlich aufhört, eine druckfeste Klappe gesessen hat. Der andeutungsweise nach unten zu verfolgende Venenast muß seine Füllung wohl durch kleinere Anastomosen bezogen haben; die Füllung kann nur gering gewesen sein und nur an einzelnen Stellen bestanden haben, sonst wäre der Schatten auf dem Bilde deutlicher und zusammenhängender.

Links: Der Hauptvenenstamm ist an sich nicht deutlich zu verfolgen. 4 cm oberhalb des Kniegelenkes ist stärkere Schattenbildung vorhanden; wahrscheinlich saß hier die hindernde Klappe. Feinere Äste reichen bis etwa 6 cm unterhalb des Kniegelenkes; von da ab sind keine injicierten Gefäße mehr wahrnehmbar. Das Anastomosennetz, das nach der V. iliaca hinführt, ist auch hier gut sichtbar, ebenso wie die V. iliaca selbst. Bemerkenswert sind auch hier an beiden Beinen die vom injicierten zum zentralen Venenteil vor dem Oberschenkelknochen hinziehenden Anastomosen.

Versuch 5: Leiche eines mittelgroßen braunen Hundes, 18 Stunden nach dem Verenden. Rechts: Freilegen der V. femoralis, Einschneiden eines seitlichen Loches in die Vene und Jodipininjektion in der bisherigen Weise. Auch bei diesem Versuch trat nach kurzer Zeit wiederum das Ausfließen des injicierten Jodipins durch den zentralen Venenteil auf. Auf der linken Seite wird zum Vergleich die A. femoralis in gleicher Höhe wie rechts injiciert.

Röntgenbild (Belichtung 45 Sek.).

Sektion zeigt in der rechten (injicierten) Vene etwa 6 cm vom Einsatz der Ansatzspitze eine Klappe.

Röntgenbild: Auf der linken Seite sieht man die deutlich injicierten Arterien, deren feinste Verästelungen bis zum Fuße hinunterreichen. 3 cm oberhalb des Kniegelenkes ist eine Erweiterung sichtbar

(Teilung). Das Arteriennetz ist gut zu erkennen und unterscheidet sich deutlich gegen die kurzen und geschlängelten Venenanastomosen der rechten Seite. Hier sieht man wiederum, daß die Vene 3 cm oberhalb des Kniegelenksspaltes plötzlich kolbenartig verdickt ist und aufhört. Freilich setzt sich nun die Vene bis unterhalb des Kniegelenkes in einem dicken Ast fort; doch ist der Venenschatten im Bilde mehrfach unterbrochen, insbesondere ist unterhalb der Venenklappe (die bei der Verdickung angenommen wird) ein freier Raum von ½ cm vorhanden, was wohl dafür spricht, daß die Flüssigkeit nicht unmittelbar durch die Venenklappe hindurchgegangen sein kann. Immerhin kann aber auch zeitweise eine geringe Dehnungsinsufficienz der Klappe eingetreten sein, so daß etwas Jodipin durchgelaufen ist. Das Anastomosennetz nach der V. iliaca hin ist hier nicht so deutlich ausgebildet, jedoch immerhin noch deutlich erkennbar wie auch beide Vv. iliacae. Das Jodipin war hier bis zur Teilungstelle der V. cava gelangt und floß in die linke Vene hinab.

Versuch 6: Leiche eines mittelgroßen, schwarzen Hundes 17 Stunden nach dem Tode. Eröffnung der Bauchhöhle durch Längs- und Hilfsquerschnitt. Unterbindung und Durchtrennung des Mastdarmes, sodann werden die Därme zurückgeschlagen, die großen Beckengefäße aufgesucht und isoliert.

Rechts wird unterhalb des Abganges der V. profunda femoris die Ansatzspitze in der üblichen Weise eingeführt und die Injektion unter starkem Druck ausgeführt. Sodann Abbindung der Vene dicht oberhalb des Poupartschen Bandes.

Links wird in die A. femoralis unterhalb des Abganges der A. profunda femoris ein seitliches Loch eingeschnitten und von hier aus das Arteriensystem der linken Beckenextremität injiciert.

Röntgenbild (45 Sek. Belichtung).

Sektion der rechten Vene: 2 cm unterhalb des Poupartschen Bandes findet sich die erste Klappe; weitere Klappen

folgen in etwa 3 und 2 cm. Die Klappen sind nicht lädiert.

Röntgenbild: Wie in Versuch 5 ist auch hier auf der linken Seite das ganze Arteriensystem bis zum Fuß hinunter injiciert, doch viel schöner und viel deutlicher als in Versuch 5. Bis in die Bauchdecken hinauf sind die Arterienverästelungen zu verfolgen. Andererseits ist auf der rechten Seite wiederum zu sehen, daß der Hauptvenenstamm etwa in Höhe des Kniegelenkes jäh aufhört. Unterhalb des Knies sind nur noch einige Venenäste auf eine kurze Strecke hin zu verfolgen. Sehr schön ist hier zu erkennen, wie etwa 2 cm oberhalb des Hauptvenenstammendes eine ziemlich dicke Vene nach lateralwärts am Oberschenkelknochen vorbeizieht, sich dann mit ihren Verästelungen nach oben umschlägt, um sich dann vereint mit anderen Venenästen nach der V. iliaca zu begeben. Das Scrotum ist von der Arterie aus injiciert. Aus diesem Versuch ist sehr schön der Unterschied zwischen der Injektion durch die Vene und der durch die Arterie zu ersehen.

Versuch 7: Mittelgroßes, weißes Kaninchen. Dasselbe wird in Rückenlage aufgespannt und mit Äther tief narkotisiert. Eröffnung der Bauchhöhle durch Medianschnitt, hierauf zwei seitliche Hilfsschnitte durch die ganze Dicke der Bauchdecken. Die stark gefüllte Blase wölbt sich vor; sie wird, um des bequemeren Zugangs willen, unterbunden und abgetragen. Desgleichen wird das Rektum unterbunden und oberhalb desselben der Darm durchschnitten. Nach Zurückwälzen der Därme ist ein bequemer Zugang zu den Gefäßen des Bauches möglich. V. cava und Aorta werden isoliert, die Aorta unterbunden. In der V. cava inf. wird ein seitliches kleines Loch eingeschnitten. Jetzt wird die Glasansatzspitze der mit Jodipin gefüllten Injektionspritze eingeführt, festgebunden und ein mäßig starker Druck auf den Spritzenstempel ausgeübt. Die Flüssigkeit läuft langsam ein; doch wird alsbald bemerkt, daß aus einigen Venenästen der durchschnittenen

Bauchdecken Flüssigkeit herausströmt. Desgleichen quillt etwa 1 Minute nach Beginn des Versuches von oben her aus der V. cava inf. und einigen unmittelbar in dieselbe einmündenden durchgerissenen Ästen Jodipin hervor. Die V. cava wird oberhalb der Injektionsstelle unterbunden, einzelne Äste ebenfalls nach Abklemmung unterbunden. Die Injektion wird weiter fortgesetzt. Es zeigt sich bald, nachdem der Spritzendruck gesteigert ist, eine ödematöse Durchtränkung des retroperitonealen Gewebes, auch scheinen die Oberschenkel oberhalb des Knies etwas anzuschwellen. Nach Injektion von 75 g Jodipinlösung wird die V. cava abgebunden, die Glasansatzspitze entfernt und eine Röntgenaufnahme hergestellt (45 Sek. Belichtung).

Das Tier ist inzwischen verendet. Sektion ergibt starkes Ödem des retroperiponealen Gewebes und der Oberschenkel. Genaue Befunde über Klappenverhältnisse in der V. femoralis lassen sich beiderseits nicht machen.

Röntgenbild: Dasselbe zeigt Gefäßinjektionen an beiden Oberschenkeln bis zum Kniegelenkspalt. Die Gefäßschatten sind deutlich sichtbar. aber nicht überall continuierlich. Man sieht auch an den oberhalb der Ansatzstelle der Glasansatzspitze in die Vene gelegenen Bauchdeckenpartien injicierte Gefäße; ferner prägen sich die ödematösen Partien durch diffuse Schattenbildungen im ganzen Röntgenbilde aus (vergl. die Ödeme in den Versuchen Rothmanns, l. c.). Diese diffusen Schattenbildungen sind sowohl an beiden Oberschenkeln wie am Rumpf deutlich sichtbar.

Auch an diesem Röntgenbilde ist wiederum bemerkenswert, daß der Hauptvenenstamm in Höhe des Kniegelenks jäh aufhört und unterhalb des Knies keine injicierten Gefäße zu finden sind.

Versuch 8: Als Kontrollversuch wird diesmal bei einem mittelgroßen Kaninchen ähnlich wie bei Versuch 7 verfahren, doch mit dem Unterschiede, daß hier die Aorta mit Jodipinlösung injiciert wird. Die

Injektion wird so lange fortgesetzt, bis (nach etwa 1 Minute) Flüssigkeit aus dem zentralen Ende der Aorta ausströmt. Sodann Röntgenbild (45 Sek. Belichtung).

Im Röntgenbilde sieht man die schöne Injektion des ganzen Arteriensystems, die bis in die äußersten Fußteile zu verfolgen ist und im Rumpf ebenfalls schön zu erkennen ist (linke Niere!).

Das Resultat dieser kleinen Versuchsreihe war durchweg das gleiche, sei es, daß es am lebenden Tier oder am teils noch lebenswarmen, teils auch schon erkalteten Tierkadaver beobachtet wurde. Es wurde nur das bestätigt, was besonders von Coenen bezüglich der Umkehr des Blutstromes angenommen wird. Ich konnte daher schon jetzt von weiteren Durchleuchtungen rückläufig injicierter Tiere absehen, da eine Änderung des Befundes nicht zu erwarten war. Gemeinsam betrachtet ergaben die Bilder folgendes:

Die rückläufige Injektion der unteren Extremitäten am lebenden sowie am verendeten Tier ist nur bis etwa zur Gegend des Kniegelenks wirksam; über dieses Gelenk hinaus dringt die Flüssigkeit nicht in den Venen vor. Sobald man aber in die Arterien injiciert, sind auch die kleinsten Gefäße des Fußes im Röntgenbilde deutlich sichtbar. Dieser Unterschied läßt sich in den vorliegenden Röntgenbildern deutlich erkennen. Die in die Venen injicierte Flüssigkeit fließt durch Anastomosen von dem injicierten Abschnitt der V. femoralis nach dem zentralen Venenteil und weiterhin durch die V. iliaca in die V. cava. Der „kleine private Kreislauf" Coenens ist also hergestellt.

Was aber haben hiermit die Venenklappen zu tun? Zunächst ist ohne weiteres zuzugeben, daß in den beschriebenen Versuchen sicher ein Teil der Venenklappen durch den Spritzendruck bezwungen wurde. In der Gegend des Kniegelenkes hört nun der rückläufige Flüssigkeitsstrom plötzlich auf. Es muß hier also ein Hindernis sitzen, welches größer ist als der in den Anastomosen bestehende Widerstand; denn die Bilder zeigen, daß der Flüssigkeits-

strom durch die Anastomosen weiter fortgeht. Hier komme ich nun auf die Anschauung von Ledderhose (l. c.) zurück: Wenn zwischen der Stelle der proximalen Absperrung und der nächsten Klappe ein Seitenast fehlt, so wird es schließlich einen Zeitpunkt geben, in dem der proximale Überdruck eine Durchlässigkeit der Klappe infolge Dilatation des Gefäßes hervorrufen wird.

Dieser Satz Ledderhoses findet sinngemäß auch auf die Umkehr des Blutstromes Anwendung. Ich stelle mir den Vorgang folgendermaßen vor:

Die Stelle der proximalen Absperrung wird durch den eindringenden Blutstrom bezw. durch die Injektionsspritze dargestellt. Zunächst wird der seitliche Abfluß bis zur nächsten Klappe ganz fehlen oder nur ungenügend sein, so daß der zur Dilatation des Gefäßes erforderliche Überdruck vorhanden ist und die nächste Klappe insufficient wird. Nehmen wir an, daß auch noch jetzt bis zur nächsten Klappe der seitliche Abfluß ungenügend ist, so wiederholt sich derselbe Vorgang und die Klappe wird wiederum insufficient. Nun wird es aber einen Zeitpunkt geben, wo die seitlichen Äste und Venenanastomosen der injicierten Flüssigkeit einen ausreichenden Abfluß gestatten; dann wird die Klappe entlastet, der zur Insufficienz erforderliche Überdruck wird nicht mehr vorhanden sein, die Klappe hält stand und die Flüssigkeit fließt durch die Anastomosen ab. So werden also einige Klappen vielleicht überwunden, schließlich aber kommt der Strom doch an einer Klappe zum Stehen und der Abfluß der nachströmenden Flüssigkeit erfolgt durch die Anastomosen zum zentralen Teile der V. femoralis. Der kleine private Kreislauf ist somit, wie wir gesehen haben, unter wesentlicher Mitwirkung der Venenklappen hergestellt. Beim Hunde sowie beim Kaninchen scheint die wirksame Venenklappe in Höhe des Kniegelenks zu liegen.

Ich komme nun noch kurz zum dritten Punkt, nämlich zu dem Verhalten der Venenklappen nach Anlegung der arteriovenösen Anastomose am lebenden Organismus. Ich

berühre diesen Punkt wegen der Gefahr der Thrombose, und ich möchte kurz erörtern, ob und inwiefern die Venenklappen zur Thrombosenbildung die Veranlassung sein können. Alle Autoren, die sich im Tierversuch mit der Umkehr des Blutstromes beschäftigt haben, fanden bei diesen Versuchen stets in einer mehr oder weniger großen Anzahl, mitunter sogar in allen Fällen Thrombenbildungen an der Nahtstelle, und die Erfahrungen am Menschen lauten in der Mehrzahl der Fälle im gleichen Sinne. Die Sektion zahlreicher Beine, die nach Anlegung der arteriovenösen Anastomose amputiert werden mußten, ergab mehr oder weniger ausgedehnte Thrombose; in manchen Fällen lagen Thromben an der Nahtstelle, in anderen Fällen war die ganze Vene thrombosiert, so daß der Ausgangspunkt der Thrombose hier fraglich war.

Aschoff[1]) äußert sich in seinem bekannten Vortrage über die Thrombosefrage auf der Naturforscherversammlung 1911 folgendermaßen über die thrombusbildenden Faktoren:

„Kommen also Blutstromverlangsamung und Zustandsänderung der Plättchen als die direkten thrombusbildenden Faktoren in Betracht, so hätten wir in Wandveränderungen, in den Veränderungen der Herzkraft, in den operativen Blutverlusten die indirekten Ursachen der Abscheidungsthrombose zu erblicken,"

v. Beck äußert sich an der gleichen Stelle:

„Zur Enstehung der Thrombose sind meist drei Bedingungen notwendig: 1. Die Verlangsamung des Blutstromes, 2. eine Schädigung der Gefäßwand, 3. eine Veränderung der Beschaffenheit des Blutes." „Die mechanische oder statische Thrombose ist die häufigste und befällt vor allem die Venen der unteren Gliedmaßen. Ihr Grundmoment ist die Verlangsamung des Blutstromes in Verbindung mit Veränderungen der Gefäßwandung."

[1]) Aschhoff, v. Beck, de la Camp, Krönig, Beiträge zur Thrombosefrage, Leipzig 1912.

Bei der Spezifizierung dieser Momente führt v. Beck unter zahlreichen anderen auf: „Störungen der Venenklappen."

Inwiefern können nun die Venenklappen zu der Schaffung dieses von Aschoff und v. Beck bezeichneten Grundmomentes beitragen? Zunächst müssen wir betrachten: Was geschieht, sobald nach Anlegung der arteriovenösen Anastomose die Klemmen abgenommen werden, und der Blutstrom aus der Arterie in die Vene einschießt? Der Blutstrom prallt zunächst auf die erste Klappe auf, und diese wird sich stellen und wahrscheinlich zuerst auch standhalten. Dabei kommt es in dem durch die Klappe zurückgeworfenen Blutstrom naturgemäß sowohl zu Wirbelbildungen als auch zur Verlangsamung des Blutstromes. Diese Verlangsamung ist keine gleichmäßige, sondern eine plötzliche und unregelmäßige. Aschoff äußert sich gelegentlich seiner Betrachtungen über die Ergebnisse seiner Untersuchungen im Strombaulaboratorium Karlsruhe hierüber folgendermaßen: „Nicht die gleichmäßige Verlangsamung, sondern die ungleichmäßige, lokal beschränkte begünstigt die merkbare Ablagerung, die Bildung der Barrieren, die durch Gegenströmung und Wirbelbildung noch weiter erleichtert werden kann."

Nehmen wir aber nun den Fall an, daß durch das weitere konstante Andringen des Blutstromes die Klappe erzwungen würde, so gibt es zwei Möglichkeiten: Die Insufficienz der Klappe erfolgt durch Dehnung der Gefäßwand oder durch Ruptur. In jedem Falle dringt dann der Blutstrom wiederum bis zur nächsten Klappe vor und stößt hier in gleicher Weise auf Widerstand. Im ersteren Falle, wenn also die Insufficienz der Venenklappe durch Dehnung der Gefäßwand erzeugt ist, bildet jedoch die überwundene Klappe noch ein wesentliches Hindernis für die Stromgeschwindigkeit des Blutes; denn die Segel der Klappe bleiben gestellt, wovon ich mich im Leichenversuch überzeugen konnte. Bei einem 79 jährigen Arteriosklerotiker,

bei dem die Venenklappen der V. femoralis insufficient war, gelang es mir bei der retrograden Injektion nicht, trotz noch so starkem Spritzendruckes die Stromgeschwindigkeit zu beschleunigen; die injicierte Flüssigkeit floß vielmehr langsam aus dem peripheren Venenende heraus. Die erforderliche Verlangsamung des Blutstromes ist also in diesem Falle vorhanden. Wenn nun noch die Gefäßverletzung vorhanden ist, wie sie ja durch die Gefäßnaht sehr leicht geschaffen werden kann, so ist hier schon der Ausgangspunkt der Thrombose gegeben, ganz abgesehen davon, daß die zur Klappeninsufficienz erforderliche sehr starke Dehnung der Gefäßwand wohl auch eine geringfügige Verletzung der Wand mit sich bringen kann. Übrigens werden die erwähnten Wirbelbildungen auch noch an den Segeln der insufficienten Klappen weiterhin stattfinden.

Setzen wir jetzt die zweite Möglichkeit, daß nämlich eine Ruptur der ersten Klappe durch den wiederholten Blutanprall erzeugt wird, so erfolgt dadurch eine erhebliche Verletzung der Intima; denn die Venenklappen sind Bildungen der Intima (Stöhr).[1]) Die Verletzung der Gefäßwand ist also vorhanden; die erforderliche Verlangsamung des Blutstromes ist dadurch gewährleistet, daß noch weitere Klappen zu überwinden sind, die ebenfalls einen starken Widerstand entgegensetzen werden. In diesem Falle wird also der Thrombus von der zerrissenen Klappe ausgehen. Wir sehen also, daß auch bei Thrombenbildung die Venenklappe einen wichtigen Faktor darstellt. Einige Beobachtungen in dieser Hinsicht aus der Literatur seien hier noch mitgeteilt:

Bier[2]) berichtet über die Untersuchung eines nach Anlegung der arteriovenösen Anastomose amputierten Beines: „Als Ursache der wiedereintretenden Ver-

[1]) Stöhr, Lehrbuch der Histologie 1901.

[2]) A. Bier, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chir. 1911, p. 254.

schlimmerung fanden sich in den Venen Thromben, die von den Klappen ausgingen."

Ernst Unger[1]) sagt über seine diesbezüglichen Hundeversuche: „Sobald man den arteriellen Blutstrom in die Vene am Oberschenkel einströmen läßt, bläht sich die Vene ganz mächtig, man sieht und fühlt, wie es zur Bildung von Wirbeln kommt, und 2 oder 3 Tage nach der Operation hat sich am nächstgelegenen Klappenpaar der Vene ein Thrombus gebildet, der sich in die von der Vene abgehenden Äste fortsetzt."

Riedel[2]) mußte bei einer 50 Jahre alten Frau nach Anlegung der arteriovenösen Anastomose das Bein amputieren und fand: „Das Blut war offenbar, sobald es in die Vene eingeleitet war, geronnen, zuerst bis zur nächsten Klappe, dann weiter.

Wahrscheinlich sind die Klappen in der V. femoralis individuell verschieden häufig. Wietings Operation gelingt nur dann, wenn sie mehr oder weniger fehlen. Sind sie vorhanden, so überwindet sie der in die Vene eingeleitete Blutstrom nicht."

Als Ergebnis meiner Betrachtungen wiederhole ich kurz:

1. Die Verteilung der Venenklappen in der unteren Extremität des Menschen (die größtenteils für die arteriovenöse Anastomose bei angiosklerotischer Gangrän in Frage kommt), ist derart, daß im Hauptvenenstamm eine genügende Anzahl druckfester Venenklappen vorhanden ist, welche den rückläufig in die Vene eingeleiteten Blutstrom aufhalten können. In den Anastomosen fehlen die Klappen zum Teil gänzlich oder sie liegen teilweise so, daß ein Abfluß durch dieselben nach anderen zentralwärts strömenden Venengebieten möglich ist.

---

[1]) Ernst Unger, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chir. 1911, p. 255.

[2]) Riedel, desgl. p. 256.

2. Die Druckfestigkeit der Venenklappen ist eine sehr hohe, so daß gegebenenfalles eine Venenklappe schon imstande ist, den rückläufigen Blutstrom aufzuhalten. In dem Falle, daß einige Klappen dennoch bezwungen werden, bleiben noch genug Klappen übrig, um den rückläufigen Blutstrom aufzuhalten und sein Ablaufen durch die Anastomosen zu bewirken oder mindestens zu befördern.

3. Die Venenklappen tragen nach Anlegung der arteriovenösen Anastomose wesentlich zur Thrombose bei.

Somit bilden die Venenklappen ein Haupthindernis für das Gelingen der experimentellen Umkehr des Blutstromes.

Lebenslauf.

Verfasser vorliegender Arbeit, Paul Erich Wiewiorowski, evangelischen Bekenntnisses, wurde am 9. Oktober 1879 zu Rastenburg, Kreis Rastenburg, Provinz Ostpreußen, als Sohn des Bürgermeisters Feodor Wiewiorowski und seiner Ehefrau Molly, geb. Hermenau, geboren. Von Ostern 1888 bis Ostern 1899 besuchte er das Herzog-Albrechts-Gymnasium zu Rastenburg und erlangte daselbst am 2. März 1899 das Zeugnis der Reife. Vom 1. April bis 30. September 1899 studierte er an der Universität Königsberg Medizin und genügte während dieser Zeit seiner aktiven Dienstpflicht mit der Waffe beim Grenadier-Regiment König Friedrich Wilhelm I. (2. Ostpr.) Nr. 3. Oktober 1899 wurde er in die Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen aufgenommen und verblieb in derselben bis 14. Februar 1904. Die ärztliche Vorprüfung bestand er am 24. Juli 1901. Am 15. Februar 1904 wurde er durch Verfügung des Generalstabsarztes der Armee zum Unterarzt beim Masurischen Feldartillerie-Regiment Nr. 73 ernannt und gleichzeitig zum Königl. Charité-Krankenhaus in Berlin kommandiert, woselbst er vom 15. Februar 1904 bis 15. Februar 1905 das praktische Jahr ableistete. Während dieser Zeit war er tätig auf der II. medizin. Klinik (Geh. Rat Prof. Dr. Kraus), der chirurgischen Klinik (Geh. Rat Prof. Dr. König), der hydrotherapeutischen Anstalt (Geh. Rat Prof. Dr. Brieger), der gynäkologischen Klinik (Geh. Rat Prof. Dr. Bumm) und der Ohrenklinik (Geh. Rat Prof. Dr. Passow). Nach Ablauf des Charitékommandos legte er

die ärztlichen Staatsprüfungen ab, die er am 11. Juli 1905 beendete. Am 15. September 1905 wurde er durch Allerhöchste Kabinettsordre zum Assistenzarzt beim Infanterie-Regiment Nr. 150 befördert, am 27. Januar 1907 zum Infanterie-Regiment Nr. 58 versetzt und hier am 18. Februar 1908 zum Oberarzt durch Allerhöchste Kabinettsordre befördert. Vom 1. Oktober 1910 bis 30. September 1912 war er zur Königl. chirurgischen Universitätsklinik zu Breslau (Geh. Rat Prof. Dr. Küttner) kommandiert. Mit dem 1. Oktober 1912 wurde er durch Allerhöchste Kabinettsordre unter Beförderung zum Stabsarzt zum Bataillonsarzt II. Bataillons Infanterie-Regiments Bremen (1. Hanseatischen) Nr. 75 ernannt.

Während seiner medizinischen Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse der Herren:

v. Bergmann (†), Brieger, Engelmann (†), Engler, Ewald, Fischer, B. Fränkel (†), Frey, Goldscheider, Grawitz (†), Gusserow (†), Hertwig, Herrmann, Heubner, Hiller, Israel (†), Jolly (†), R. Köhler, Franz König (†), Kraus, Lesser, Lexer, v. Leyden (†), Liebreich (†), v. Michel (†), Nagel, Olshausen, Passow, Rubner, Salkowski, F. E. Schulze, Schwendener, Sonnenburg, Strassmann, Stumpf, Thierfelder, H. Virchow, R. Virchow (†), Waldeyer, Warburg, Westenhöffer, Zander.

Allen seinen hochverehrten Lehrern spricht Verfasser seinen ehrerbietigsten Dank aus.